

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra částí a mechanismů strojů

Návrh dětského nemocničního lůžka

Design of Children's Clinical Bed

..

Student:

Pavel Puchner

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Návrh dětského nemocničního lůžka

Design of a Children's Clinical Bed

Student: Pavel Puchner
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 2302R010-40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Pracoviště: Katedra částí a mechanismů strojů – 347

Zásady pro zpracování:

1. Proved'te průzkum stávajícího stavu provedení dětských nemocničních lůžek.
2. Navrhněte variantní řešení lůžka a jeho detailů s ohledem na požadavky kladené příslušnými medicínskými a bezpečnostními požadavky.
3. Proved'te konstrukční řešení zvolené varianty.
4. Proved'te pevnostní kontrolu namáhaných součástí.
5. Zpracujte podrobný sestavný výkres odlučovače včetně kusovníku a dle určení vedoucího práce také výrobní výkresy vybraných dílů.

Pokyny pro zpracování:

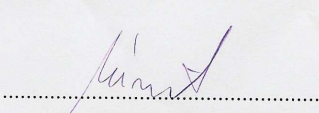
Rozsah práce: cca 30 stran textu mimo přílohy, výkresová dokumentace dle zadání.

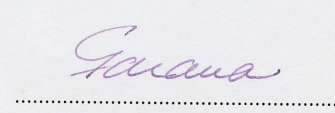
Seznam doporučené literatury:

- BOHÁČEK, F.: *Části a mechanismy strojů I - Spoje*. VUT Brno, 1987.
- BOLEK, A. A KOL.: *Části strojů - svazek 1*. SNTL Praha, 1990.
- NĚMEC, J. A KOL.: *Pružnost a pevnost ve strojírenství*. SNTL Praha, 1989.
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- FARANA, R. AJ. *Zpracování závěrečných textů z oblasti automatizace a informatiky*. Včetně anglicko-českého slovníku automatizační techniky a řízení. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 116 s. ISBN 80-248-0557-X.
- PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.
Konzultant: doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce: 21. listopadu 2008
Akademický rok: 2008/2009




.....
prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry


.....
prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan

V Ostravě dne 21. listopadu 2008

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PUCHNER, P. Návrh dětského nemocničního lůžka. Ostrava: katedra Částí a mechanismů strojů, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 49 s. Bakalářská práce, vedoucí Foltá, Z.

Bakalářská práce se zabývá návrhem dětského nemocničního lůžka. Práce začíná rozdělením a popisem dětských nemocničních lůžek včetně popisu jejich funkcí podle platných předpisů a posledních vydaných norem. Na základě těchto poznatků jsem navrhnul pojízdné dětské nemocniční lůžko s důrazem na bezpečnost a ochranu pacienta.

Hlavním přínosem práce je návrh zádržného mechanismu boční zábrany a jeho zabudování do rámu lůžka. Díky tomuto mechanismu lze zkonstruovat univerzální lůžko vhodné pro děti věkové kategorie od 0 do 4 let, pro které české normy popisují tři samostatná lůžka lišící se právě doporučenou výškou zábrany.

ANNOTATION OF THESIS

PUCHNER, P. The suggestion of the hospital bed for children. Ostrava: Department of Machine Parts and Mechanisms, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 49 s. Bachelor work, the leader Foltá, Z.

The Bachelor work occupies about the offer of the hospital bed for children. The work starts dividing and describing the hospital beds for children, which includes the descriptions of their functions according to the valid regulations and the latest published standard. On the basis these knowledge I offered the mobile hospital bed for children. I put stress on the safety and protection of the patient.

The main contribution of this work is the offer of detection of the mechanism side barrier and its installing to the frame of the bed. It is possible to design the universal bed which is suitable for children from 0 to 4 years old, thanks this mechanism. The Czech standard for this children category describes three separate beds which differ for recommend high of the barrier only just.

Obsah bakalářské práce

Seznam použitého označení	7
1 Úvod	8
2 Průzkum stávajícího stavu provedení dětských nemocničních lůžek	9
3 Popis a rozdělení dětského nemocničního lůžka	17
4 Konstrukční část práce.....	28
4.1 Návrh rámu lůžka	29
4.2 Návrh mechanismu zajištění zábrany.....	31
4.3 Návrh přestavitelné vložky.....	35
4.4 Návrh sestavy lůžka.....	36
4.5 Pevnostní výpočty a kontroly	37
5 Závěr	49
Seznam použitých pramenů	50
Přílohy	51

Seznam použitého označení

Zatěžující síla	F	[N]
Osový moment setrvačnosti průřezu x	J_x	[mm ⁴]
Ohybový moment	M_o	[Nm]
Zrychlení	a	[ms ⁻²]
Průměr čepu	d_ζ	[mm]
Délkové rozměry	l	[mm]
Hmotnosti	m	[kg]
Vypočítaný tlak	p_v	[MPa]
Napětí v ohybu	σ_o	[MPa]
Napětí redukované	σ_{red}	[MPa]
Napětí v tahu	σ_t	[MPa]
Napětí ve smyku, střihu	τ_s	[MPa]

1. Úvod

Pro pobyt dětí věku do 4 let v nemocnici je potřeba mít k dispozici lůžka, která splní specifické požadavky, které jsou náročnější, než lůžka používaná v domácnostech. Mezi ně patří možnost pojezdu a brždění, naklopitelnost ložné plochy, výšková nastavitelnost boční zábrany nebo povrchová úprava.

Problematika je v současné době o to aktuálnější, že normy, týkající se dětských nemocničních lůžek jsou v současnosti neplatné a evropské standarty se teprve připravují.

Při mém návrhu jsem vycházel z již neplatných norem a doplnil jsem je současným stavem z praxe.

2. Průzkum stávajícího stavu provedení dětských nemocničních lůžek

a). Předpisy-

Dětské nemocniční lůžko podléhá Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky 181/2001 Sb. (*příloha 1*).

Dětská nemocniční lůžka by měla napomáhat ke zlepšení zdravotního stavu a dbát na bezpečnost malého pacienta, přičemž mu nesmí zabraňovat ve svobodném pohybu.

b). Normy ISO-

Na nových ISO normách pro nemocniční lůžka se pracuje již 10 let. V současné době jsou v konečném stádiu příprav. Stanou se standardem pro státní normy všech evropských států včetně českých ČSN. Jednotlivé země si je mohou přizpůsobit, ale nesmějí být benevolentnější než ty, které předepisuje mezinárodní norma.

c). Normy ČSN-

Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v roce 2002 zrušil potřebné normy bez náhrady. Byly to- ČSN 84 6011 Nábytek pro nemocnice a jiná zdravotnická zařízení, na ni se odkazovaly (tzn. kmenovou normám) ČSN 84 6105 Kovové lůžko pro novorozence, ČSN 84 6110 Kovové lůžko pro děti od 2 měsíců do 2 let, ČSN 84 6115 Kovové lůžko pro děti od 2 do 4 let, ČSN 84 6120 Kovové lůžko pro děti od 4 do 10 let. ČSN 84 6141 Matrace do dětských nemocničních lůžek ČSN 84 6191 Držák pro nádobu na pleny, ČSN 84 6192 Závěsná tabulka na dětská lůžka.

d). Producenti dětských nemocničních lůžek-

Příkladem jsem vybral lůžka dvou výrobců, která byla zhotovena odlišným způsobem..

PRVNÍM TYPEM JSOU LŮŽKA FIRMY KREDOS s.r.o.

Zcela odpovídají českým normám

- tvarově (obr.2.1, 2.2, 2.3)
- rozměrově (tab.2.1, 2.2, 2.3)
- funkčně a bezpečnostně (odstavec písmena d).

Tato lůžka osloví především cenou. Jejich konstrukce je zastaralá. Normy podle kterých byly postaveny jsou již zrušeny (v současné době bez náhrady).



obr. 2.1 - Kovové lůžko pro novorozence KREDOS

Výška	1045 +10 /-10 mm
Výška ložné plochy	700 +10/-10 mm
Výška pevné zábrany	460 +3 /-3 mm
Šířka pevné vložky	460 +3 /-3 mm

Délka pevné vložky	800 +5 /-5 mm
Hloubka závěsu plen	90 +2/-2 mm

tab. 2.1 - Kovové lůžko pro novorozence KREDOS



obr. 2.2 - Kovové lůžko pro děti od 2 měsíců do 2 let KREDOS

Typ	do 2 let	do 4 let
Délka	1044 mm	1244 mm
Šířka	696 mm	746 mm
Výška	1500 mm	1500 mm
Hmotnost	32 kg	33 kg

tab. 2.2 - Kovové lůžko pro děti od 2 měsíců do 2 let KREDOS



obr. 2.3 - Lůžko kovové pro děti do 10 let firmy KREDOS

Délka	1544 mm
Šířka	766 mm
Výška	1100 mm
Hmotnost	35 kg

tab. 2.3 - Lůžko kovové pro děti do 10 let firmy KREDOS

DRUHÝM TYPEM JSOU LŮŽKA FIRMY LINET

Jsou konstruována a upravována podle

- norem platných ale i připravovaných na nejvýznamnějších světových trzích
- výsledků vlastních vývojových center (zaměřených na bezpečnost, funkci, design)
- výsledků publikovaných vědeckých prací světových odborníků ve zdravotnictví, zdravotnické technice a technologii.

Tyto výrobky jsou po všech stránkách velice vyspělé. Průběžně se zdokonalují v nových modelových řadách. Nevýhodou je nemožnost upravit některá z parametru sériově vyráběného výrobku pro objednávku menšího počtu kusů.

Kojenecké lůžko pro dětské kliniky a nemocnice Linet

- Popis: Kojenecké lůžko s vyjímatelnou vaničkou.
- Funkce: Možnost výškového nastavení.
Naklopení do Trendelenburgovy/ATr polohy.
Podpora polohování plynovou pružinou.
Pojízdné se dvěma samostatně brzditelnými kolečky.
- Vzhled: *obr.2.4*
- Rozměry: *tab.2.4*



obr. 2.4 - Kojenecké lůžko pro dětské kliniky a nemocnice Linet

Lůžko:	
Délka	920 mm
Výška	570 mm
Šířka	1020 mm
Hmotnost (s vaničkou)	21 kg
Výškové nastavení	640/940 mm
Trendelenburg/Anti-Tren	14 stupňů
Kojenecká vanička:	
Délka	650 mm
Šířka	570 mm
Hloubka	220/290 mm
Maximální váha dítěte	15 kg

tab. 2.4 - Kojenecké lůžko pro dětské kliniky a nemocnice Linet

Dětské lůžko pro standardní dětská oddělení nemocnic Linet

- Popis: Dětské lůžko pojízdné.
- Funkce: Možnost výškového nastavení.
Naklopení do Trendelenburgovy/ATr polohy
Nastavení zábran ve třech polohách.
Polohování zadového dílu
- Vzhled: *obr.2.5*
- Rozměry: *tab.2.5*



Obr. 2.5 - Dětské lůžko pro standardní dětská oddělení nemocnic Linet

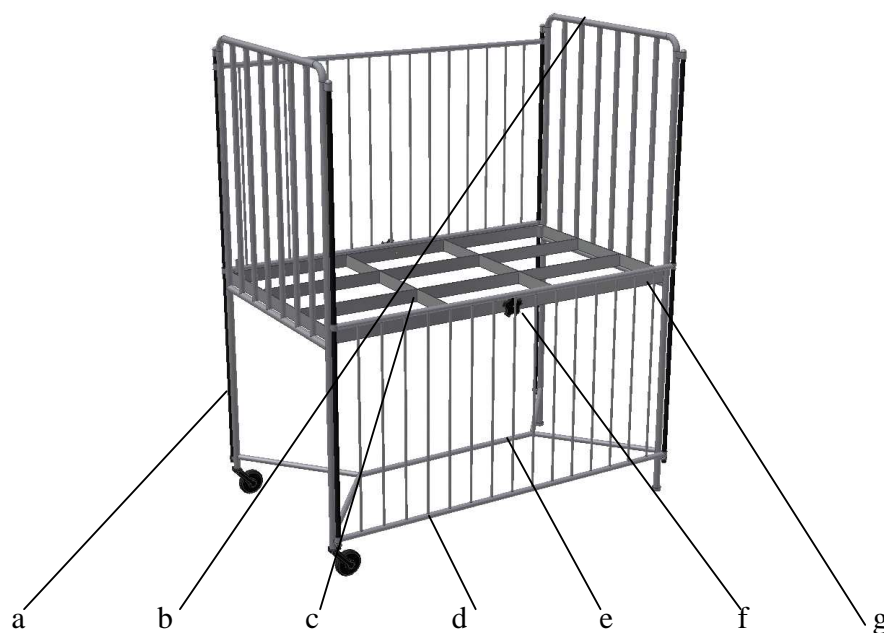
Lůžko: Tom 115	
Délka	1310 mm
Výška	1540 mm
Šířka	630 mm
Rozměr ložné plochy (pro matraci)	115 x 57 cm
Výškové nastavení	780/1090mm
Trendelenburg/Anti-Trendelenburg	12 stupňů
Max. zatížení ložné plochy	75 kg
Max. zatížení postranice (svisle/vodorovně)	25/25 kg

tab. 2.5.(1) - Dětské lůžko pro standardní dětská oddělení nemocnic Linet

Lůžko: Tom 140	
Délka	1650 mm
Výška	1540 mm
Šířka	830 mm
Rozměr ložné plochy (pro matraci)	138 x 71 cm
Výškové nastavení	780/1090mm
Trendelenburg/Anti-Trendelenburg	10 stupňů
Polohování zádového dílu	do 70 stupňů
Max. zatížení ložné plochy	75 kg
Max. zatížení postranice (I/-)	25/25 kg

tab. 2.5.(2) - Dětské lůžko pro standardní dětská oddělení nemocnic Linet

3. Popis a rozdělení částí lůžka vycházející z českých norem



obr 3.1 –Lůžko podle ČSN 84 6115 (prostorový pohled)

ČSN 84 6110 - HLAVNÍ ČÁSTI

- a). Záhlavní čelo
- b). Nožní čelo
- c). Pevná mřížová vložka
- d). Spouštěcí zábrany
- e). Trnož
- f). Pojistky spouštěcích zábran
- g). Závěs držáku na nádobu na pleny

ČSN 84 6110 - PŘÍSLUŠENSTVÍ

- h). Matrace
- i). Držák na nádobu na pleny

j). Závěsná tabulka na dětská lůžka

k). Přestavitelná vložka

VÝBAVA

- l). Pojezdová kolečka
- m). Koš na pleny
- n). Držák infúzní tyče
- o). Otočná kolečka

SPOJOVACÍ MATERIÁL A ZÁTKY

- p). Spojovací materiál
- q). Zátky

POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Na kovovou konstrukci lůžka musí být nanesen vhodný nátěr, který dobře drží a je zdravotně nezávadný. Běžně se používá Komaxit. Vodítka zábran se chromují. Kovové části koleček jsou opatřeny ochranným nátěrem.

- *Nátěr lze volit podle ČSN 84 6011 čl. 15 a 17 až 24*
- *Povlak má odpovídat ČSN 84 6011 čl. 25 až 27*

a). Záhlavní čelo-



obr. 3.2 – Záhlavní čelo

V normě ČSN 84 6110 (odstavec. d). je předepsáno:

Mají mít 6 svislých (pozice 1 na obr. 3.2) a 1 vodorovnou příčku (pozice 2 na obr. 3.2).

Světlost mezi příčkami smí být max. 80 mm. Na rámu jsou upevněna vodítka zábran (pozice 3 na obr. 3.2), která jsou uložena v okách přivařených na čela. Vodítko je v dolním oku připevněno šroubem. Rám záhlavního čela je ukončen dvěma otočnými brditelnými kolečky (pozice 1 na obr. 3.3) průměru 80 mm.

Materiál:

- *Pro rám čela ocelové svařované trubky vnějšího průměru 22mm s tloušťkou stěny 1,5 mm podle ČSN 42 6713.*
- *Pro vodorovné příčky pak ocelové svařované trubky vnějšího průměru 18 mm s tloušťkou stěny 1,5 mm z téhož materiálu.*
- *Svislé příčky z tažené kruhové tyče průměru 8 mm z oceli 11 370 podle ČSN 42 6510.*
- *Vodítka zábran ocelové trubky vnějšího průměru 15 mm podle ČSN 42 6714.*

Moderní lůžka mívají rám svařený z tenkostěnných ocelových profilů a to z důvodu ukrytí západky zádržného mechanismu mezi stěnou rámu a zábrany. Používají se kolečka větších průměrů 120 až 150 mm, která lépe překonávají překážky jako přejíždění prahů dveří nebo vyjíždění z výtahu, kde nejsou podlahy ve stejné rovině.

b). Nožní čelo-

Složení nožního čela podle normy ČSN 84 6110 je stejné jako u záhlavního čela. Rozdíl je v předepsání koleček.

Rám nožního čela je ukončen dvěma pevnými brzditelnými kolečky průměru 80 mm, nebo patkami (pozice 2 na obr. 3.3)



obr. 3.3 – Lůžko podle ČSN 84 6110

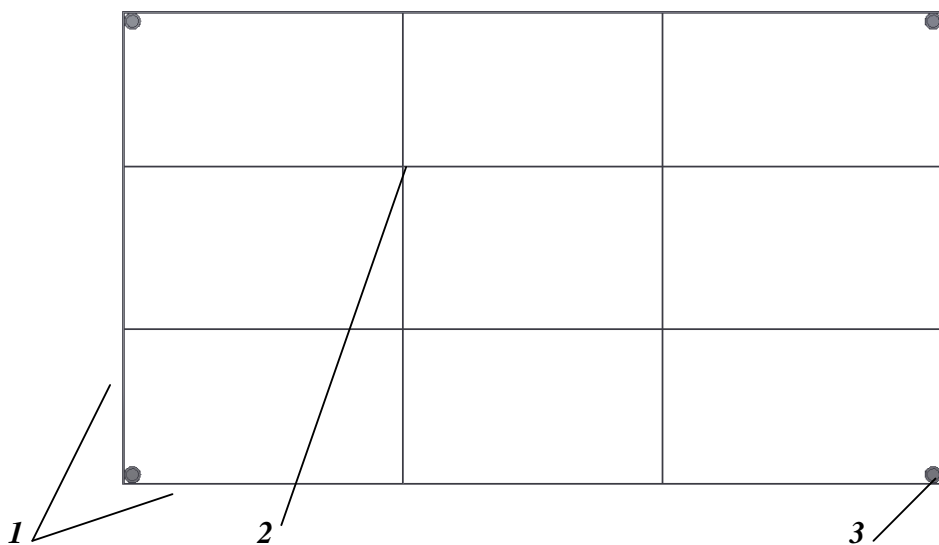
c). Pevná vložka-

Spojuje nožní a záhlavní čelo a vymezuje jejich vzájemnou polohu. V normě ČSN 84 6110 je předepsáno:

Pevná mřížová vložka je zavěšena na čela pomocí závěsných háků do ocelových ok, která jsou k rámu čel přivařena.

Materiál:

- Postranice z ocelového plechu tloušťky 2 mm, z oceli 10 002, podle ČSN 425301 (pozice 1 na obr. 3.4)
- Příčnice a podélnice z ocelového plechu tloušťky 1,3 mm, z oceli 10 002, podle ČSN 425301 (pozice 2 na obr. 3.4)
- Závěsné háky z ocelového plechu tloušťky 4 mm, z oceli 10 002, podle ČSN 425301 (pozice 3 na obr. 3.4)



obr. 3.4 – Pevná vložka

d). Spouštěcí zábrany-

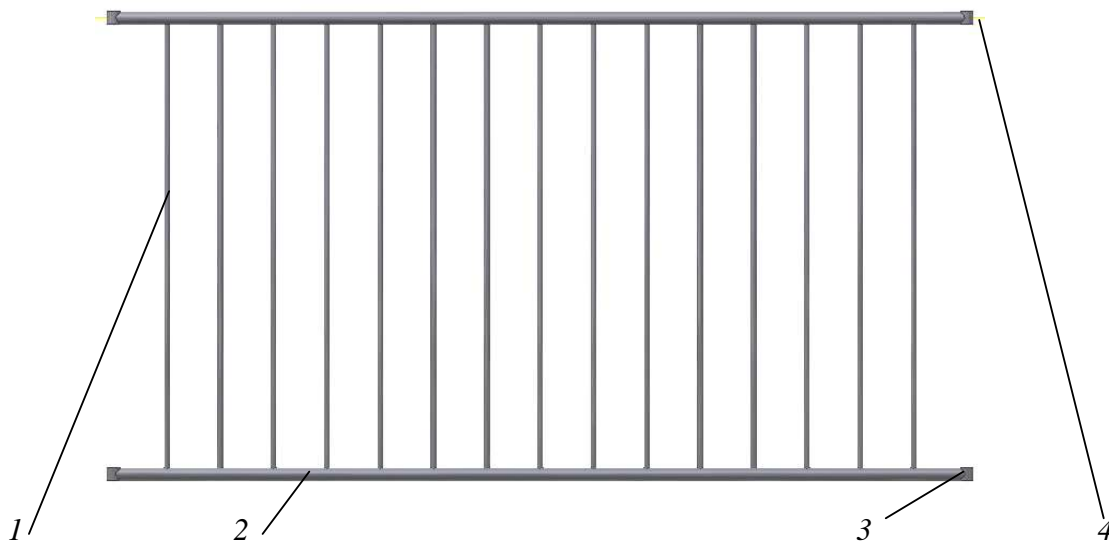
Chrání dítěte před vypadnutím z lůžka. Musí být pevné, pohybovat se pouze v ose spouštění tzn. přesně vyrobeny a uloženy na vodítkách. Pro jejich zavěšení musí být použita pojistka nebo spolehlivý a snadno ovladatelný mechanismus, aby nedošlo k samovolnému spuštění zábrany.

V normě ČSN 84 6110 je předepsáno:

Spouštěcí zábrany mají rovnoměrně vevařených 11 svislých příček (pozice 1 na obr. 3.5) s maximální světlostí 80mm mezi dvěma podélnicemi (pozice 2 na obr. 3.5). Konce podélnic (pozice 3 na obr. 3.5) jsou opatřeny koncovkami, které se posouvají po vodítkách zábran.

Materiál:

- *Podélnice z ocelových trubek svařovaných, vnějšího průměru 18 mm, tloušťky stěny 1,5 mm podle ČSN 42 6713.*
- *Svislé příčky zábran z tažené kruhové tyče průměru 8 mm, z oceli 11 370, podle ČSN 42 6713.*



obr. 3.5 – Spouštěcí zábrana

Do rohových koncovek pro vedení zábrany se připevní silonové vložky (pozice 4 na obr. 3.5) s dírami pro vodítko, které zajišťují tichý snadný a přesný chod zábran.

e). Trnož-

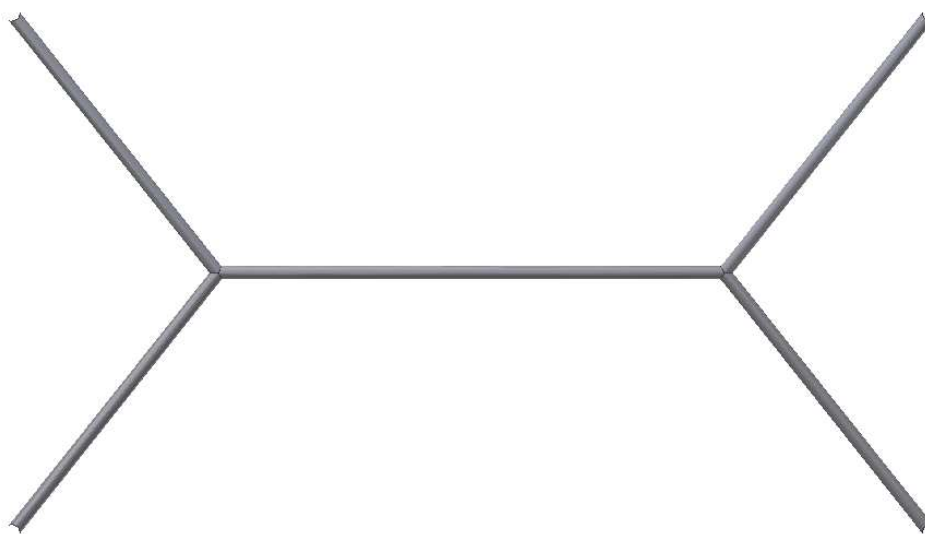
Je to svařenec z tenkostěnných ocelových profilů nebo trubek, jehož hlavním úkolem je zvýšit tuhost lůžka a zpevnit nohy čel. Trnož má v rozích přivařeny ocelové kostky s dírou a závitem pro přitažení šroubem k nohám čel.

V normě ČSN 84 6110 je předepsáno:

Trnož je připevněn tak, aby vyztužoval konstrukci lůžka.

Materiál:

- *Ocelové trubky svařované, vnějšího průměru 18 mm, tloušťky stěny 1,5 mm podle ČSN 42 6713*



obr. 3.6 - Trnož

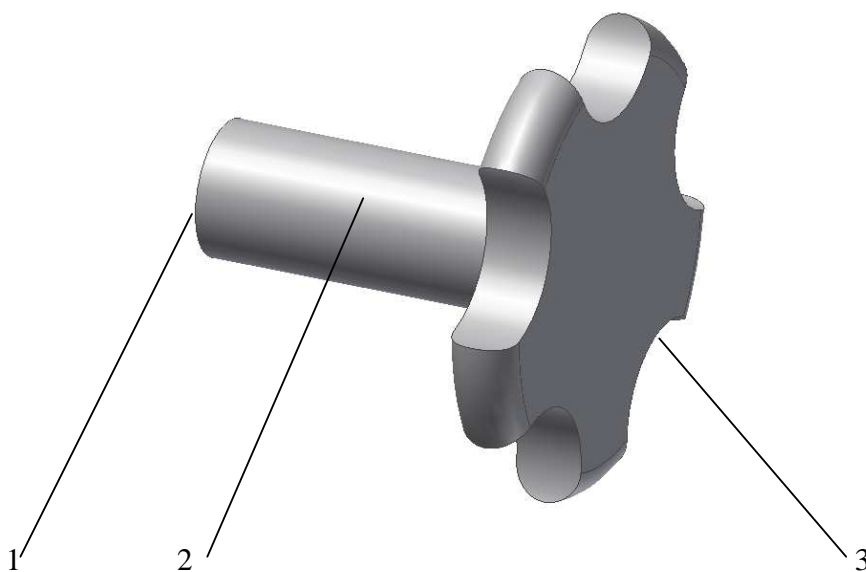
f). Pojistky spouštěcích zábran-

Podle ČSN 84 6110 musí pojistky spouštěcích zábran zabezpečit uzavření lůžka. Kotouč pojistky musí být vyměnitelný a musí být zajištěn tak, aby jej dítě nemohlo uvolnit.

Materiál:

- *pro zástrčku zle použít taženou kruhovou tyč, z oceli 11 107, podle ČSN 42 6510;*
- *pouzdro zástrčky z oceli 11 331, podle ČSN 42 5302;*
- *kotouč z plastu průměru 60 mm (Polyamid).*

Podle normy ČSN 84 6110 je umístěn ve střední části pevné vložky kotoučem vně (pozice f obr.3.1).



obr. 3.7 – Pojistka spouštěcí zábrany

g). Závěs držáku na nádobu na pleny-

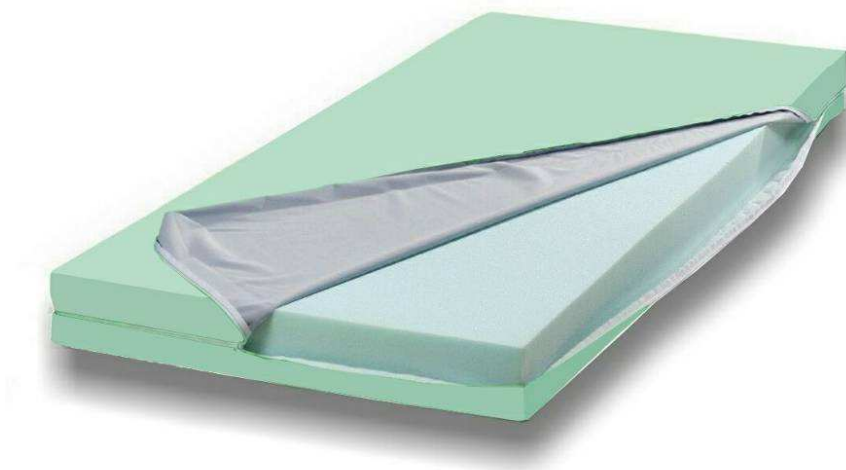
Podle ČSN 84 6110 je přivařen na nožní čelo, pod pevnou mřížovou vložkou směrem dovnitř.

Materiál:

Trubka dle ČSN 42 6713

h). Matrace-

Podle ČSN 84 6191. Matrace je zapnuta v nepromokavém pratelném potahu. Musí správně podpírat tělo pacienta a nesmí mu způsobit otlačeniny. Na (*obr. 3.8*) je matrace od firmy Linet.



obr. 3.8 – Matrace od firmy Linet

i). Držák na nádobu na pleny-

Podle ČSN 84 6191

j). Závěsná tabulka na dětská lůžka-

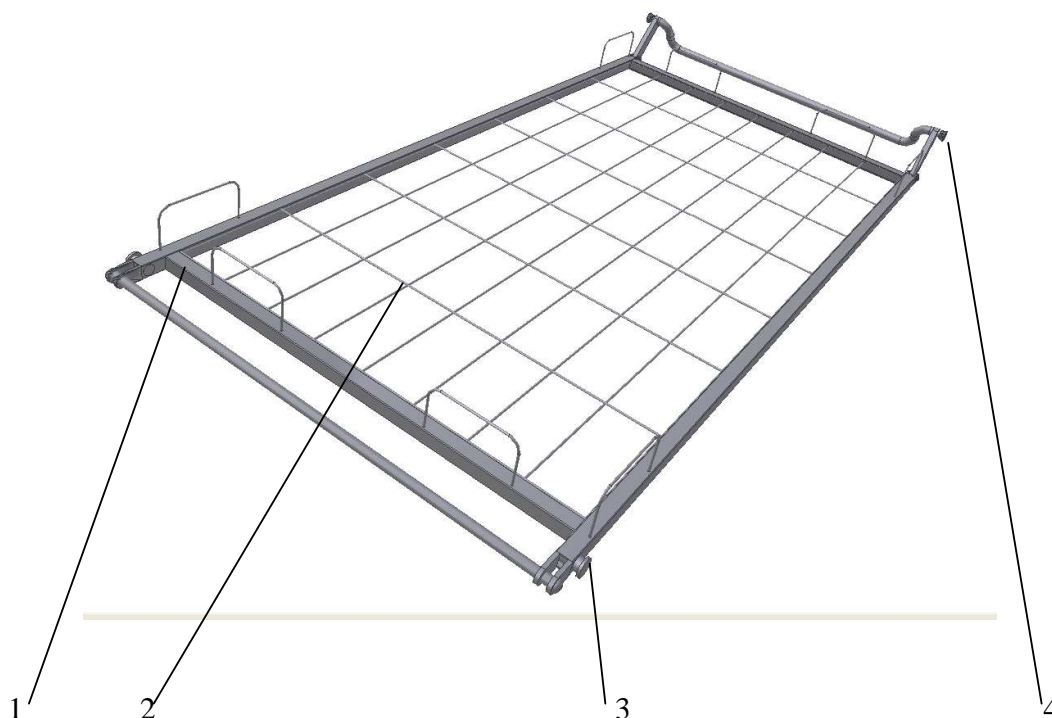
Podle ČSN 84 6192

k). Přestavitelná vložka-

Je to ložná plocha svařovaná z tenkostěnných ocelových profilů (*pozice 1 obr. 3.9*) a drátových roštů (*pozice 2 obr. 3.9*).

Umožňuje:

- nastavení do Trendelen-burgovi a Anti-Trendelenburgovi polohy, to znamená sklon ložné plochy s podlahou do $+10^\circ$ a -10° .



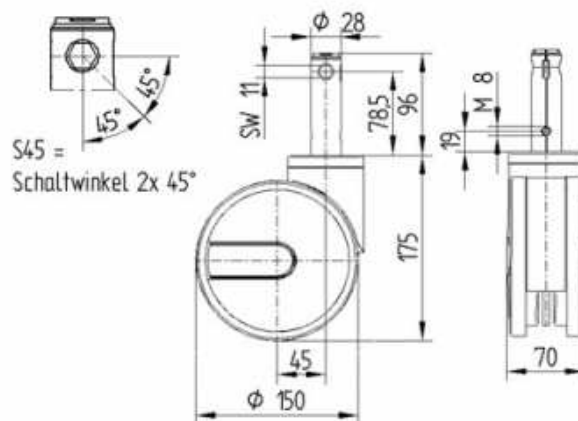
obr. 2.9 – Přestavitelná vložka

Přestavitelná vložka je zavěšena v hřebenech na čelech lůžka pomocí dvou dvojic háků. K hlavovému čelu patří pevné háky (*pozice 3 obr. 3.9*), ty jí omezují v pohybu. K nožnímu čelu jsou zavěšeny otočné háky potřebné k nasazení do hřebenů (*pozice 4 na obr. 3.9*), tak aby ložná plocha ležela vodorovně se zemí nebo při přesazení v hřebenech svírala se zemí úhel 10°.

1). Pojezdová kolečka-

Pro nemocniční lůžka jsou vyráběny speciální kolečka podle:

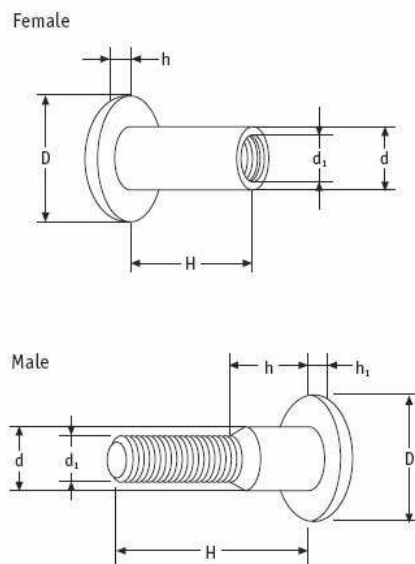
- materiálu (nerezové, vodivé)
- průměru kol (100mm – 200mm)
- požadované nosnosti (jednoduchá, dvojité kolečka)
- brzd (směrová, úplná)
- místa upnutí (do trubky, do jeklu)



obr. 3.10 – Pojezdové kolečko k nemocničním lůžkům od firmy Tente

p). Spojovací materiál-

Spojovací materiál pro nemocniční lůžka obsahuje šrouby s různými tvary hlavy a provedení pro širokou škálu použití jako například se šestihrannou hlavou, šrouby bez hlavy, s rýhovanou hlavou, s křídlovou hlavou, zářezové šrouby a dále nýty a spony, svorky, rozpěrky, podložky, upevňovací kroužky a montážní svorky.

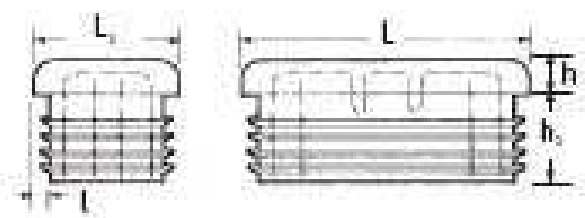


obr. 3.11 – Kloub pro ocelové profily firmy Moss

Spojovací materiál a zátky pro nábytek a nemocniční zařízení nabízí řada výrobců jako Moss nebo Sunap.

q). Zátky-

Zátky se závitem, žebrované zátky a zátky s vrubem jsou vyráběny čtvercové a obdelníkové nebo oválné a kulaté. Jsou velmi dobře aplikovatelné, vyrábí se z různých materiálů (chromu, polyetylenu a LDPE). Slouží ke zlepšení vzhledu a k zakrytí ostrých hran profilů. Jsou vyráběny pro různé tvary a tloušťky stěn profilů



obr. 3.12(1) – Horní zátka profilu nohy čela firmy Moss

Kovové zátky do profilů a trubek se závitem jsou určeny pro aplikace s vysokým zatížením. Využit je lze například k upevnění pojízdočkových koleček lůžka. Plastové zátky se závitem do profilů a trubek mohou mít závit plastový, nebo zalisovanou kovovou matici.



obr. 3.12(2) – Dolní zátka profilu nohy firmy Moss

4. Návrh a výpočet kovového nemocničního lůžka pro děti do 4 let

Požadavky:

- rozebíratelná konstrukce
- umožňující převoz pacientů
- s náklonem ložné plochy do Trendelenburgových poloh
- výškovou nastavitelností zábrany do třech poloh

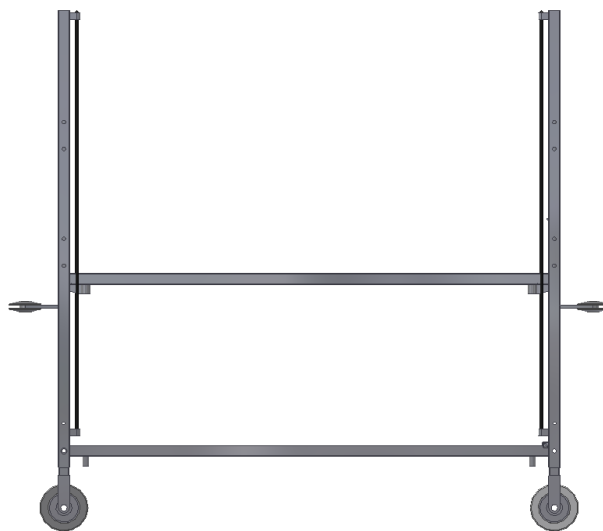
Vypracování:

4.1 Návrh rámu lůžka-

Jako základní materiál je nejvýhodnější zvolit buď trubky (*obr. 4.1*) nebo tenkostěnné profily (*obr.4.2*) z oceli ke svařování. Důvodem této volby jsou vlastnosti oceli v poměru k její ceně. Jedná se především o hygienu a hořlavost (dřevo), svařitelnost a cena (dural), tuhost a stabilita (plast).



obr. 4.1 – Trubková konstrukce



obr. 4.2 –Konstrukce z tenkostěnných profilů

Podle volby profilu se bude dále odvíjet tvar čel lůžka a poloha uchycení spouštěcích zábran, tak aby splňovalo předepsané bezpečnostní požadavky. Předběžně volím tenkostěnný ocelový profil čtvercového průřezu TR 4HR 30x2 – ČSN 42 6935.1 – 11 373. Důvodem této volby je požadavek na nastavitelnost boční zábrany. Tato funkce si vyžaduje použití dalšího mechanismu. Z bezpečnostních důvodů nesmí být jeho pohyblivé části v dosahu pacienta. To lze zajistit ukrytím západky mezi stěny profilu čela a boční zábrany.

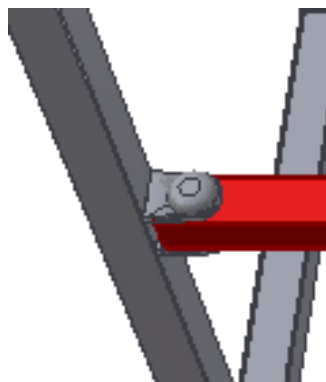
Rám lůžka je rozebíratelný do čtyř základních částí:

1. Nožní čelo
2. Záhlavní čelo
3. Pevná vložka
4. Trnož

Nožní a záhlavní čelo jsou spojeny pevnou vložkou a trnoží. Pevná vložka je s čely spojena zasunutými čepy (*obr. 4.3*), trnož je upevněna k čelům kloubovým čepem (*obr. 4.4*).



obr. 4.3 – Spoj pevné vložky s čely



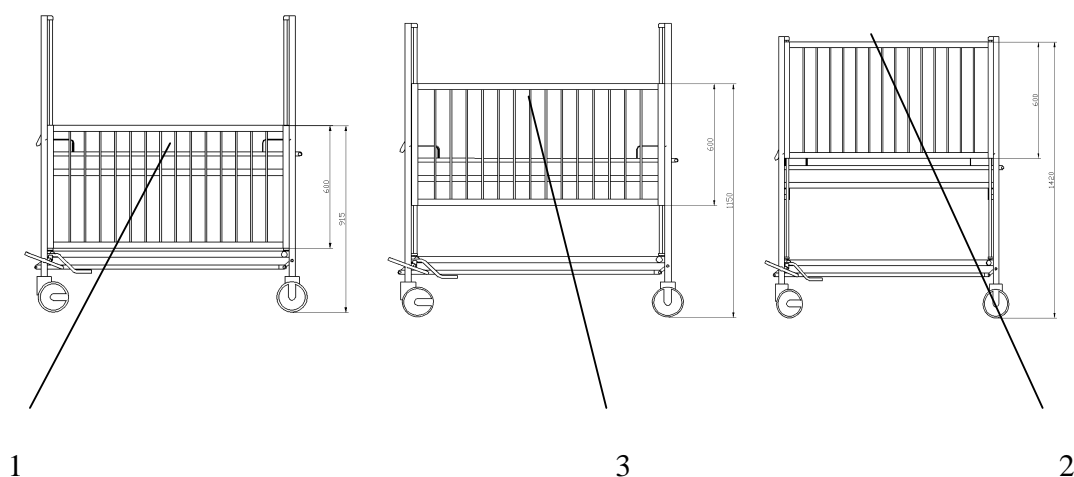
obr. 4.4 – Spoj trnože

4.2 Návrh mechanismu zajištění boční zábrany-

Cílem zádržného mechanismu je bezpečně zachytit zábranu ve třech polohách podle (obr. 4.5),

- Princip funkce navrženého zádržného mechanismu:

K uvolnění zábrany je nutno ji nejdříve lehce nadzvednout cca 5mm a vzápětí sešlápnout ovládací páku mechanismu, čímž dojde k vysunutí západky. Nyní lze zábranu posouvat. Lůžko je opatřeno samolepkami pro usnadnění ustavení zábrany do střední polohy. Přesunutím nožní páky zpět do horní úvrati a opřením zábrany o západku dojde k opětovnému zajištění zábrany.

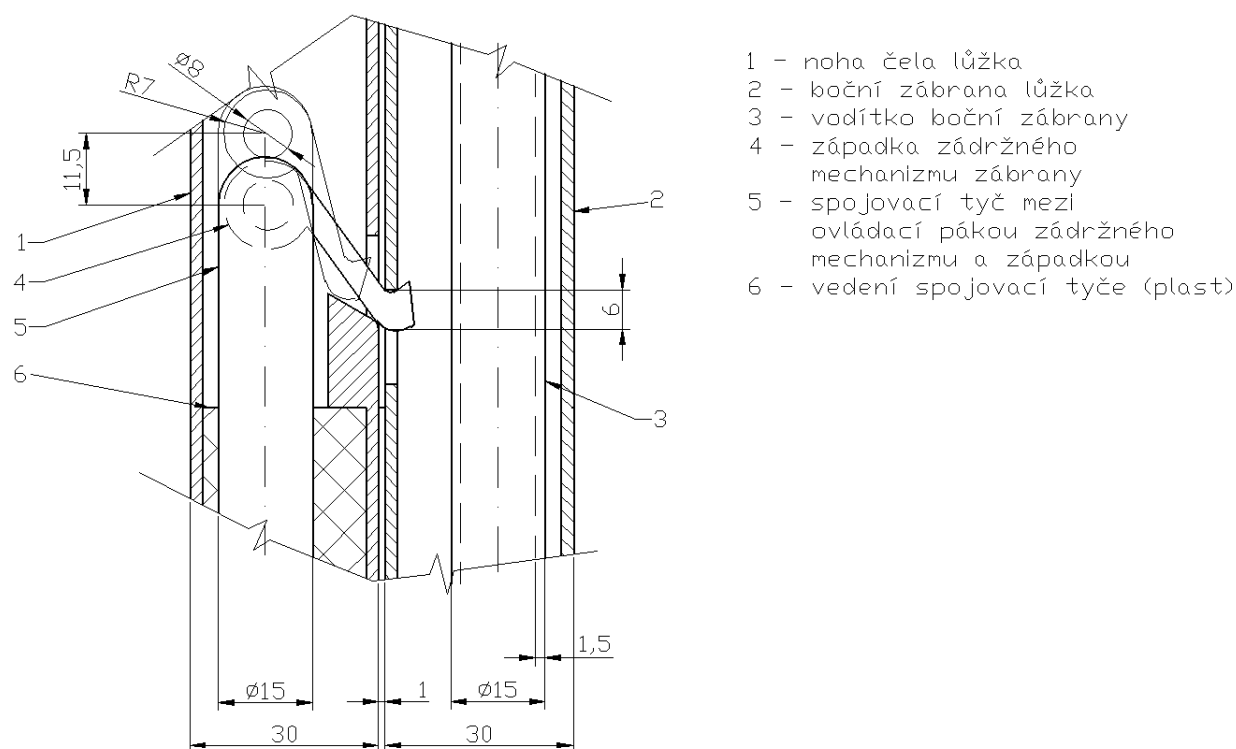


- 1. poloha ve výšce 915mm nad podlahou (pro manipulaci s dětmi)
- 2. poloha ve výšce 1150mm nad podlahou (pro uzavření dětí do 2 let)
- 3. poloha ve výšce 1420mm nad podlahou (pro uzavření dětí od 2 – do 4 let)

obr. 4.5 –Požadované polohy zábran

- Funkce horního složení mechanismu (*obr. 4.6*):

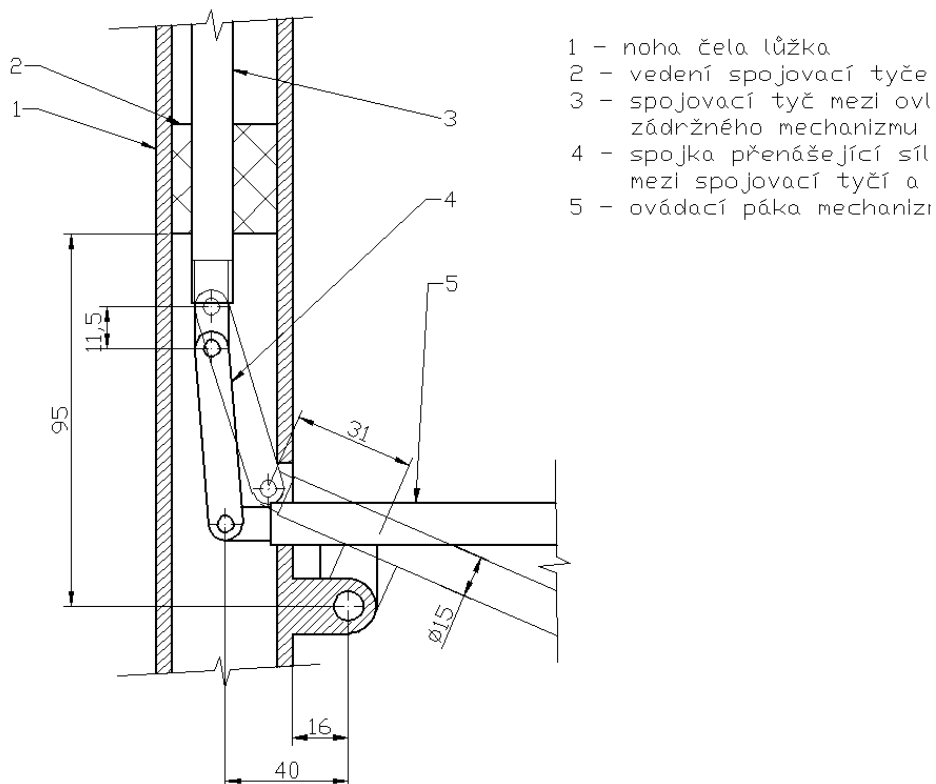
Pohybem spojovací tyče ve svislé ose dochází buď k vysunutí či zatáhnutí západky. K vedení spojovací tyče slouží plastové vložky.



*obr. 4.6 – Řez horní části nohy čela a boční zábrany lůžka
(se zádržným mechanismem zábrany v zajištěné a odjištěné poloze)*

- Funkce dolního složení mechanismu (*obr. 4.7*):

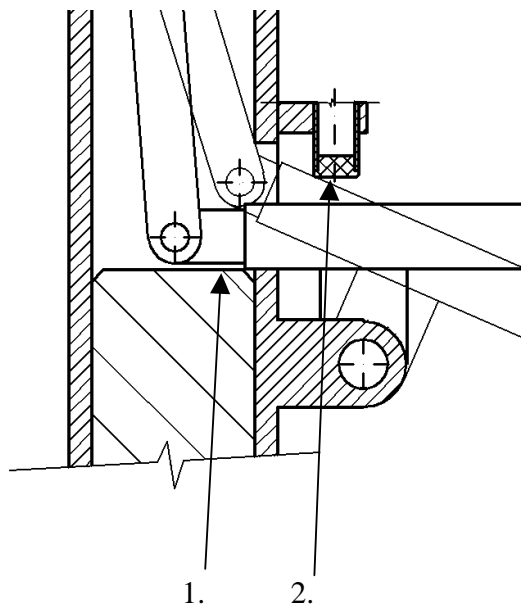
Mechanismus je ovládán nožní pákou. Ta je připojena na spojku, která mění otočný pohyb páky na posuvný pohyb spojovací tyče.



*obr. 4.7 – Řez dolní částí nohy čela lůžka
 (se zádržným mechanismem zábrany v zajištěné a odjištěné poloze)*

- Zastavění mechanismu do profilu nohy čela:

Horní složení se spojkou se vsune ze shora do vodících plastových kostek. K volnému konci spojky se připojí ovládací páka. Nakonec se ovládací páka připojí k noze čela. Pro zajištění hladkého chodu mechanismu jsem vymezil dráhu posuvu západky podle (*obr.4.8*).

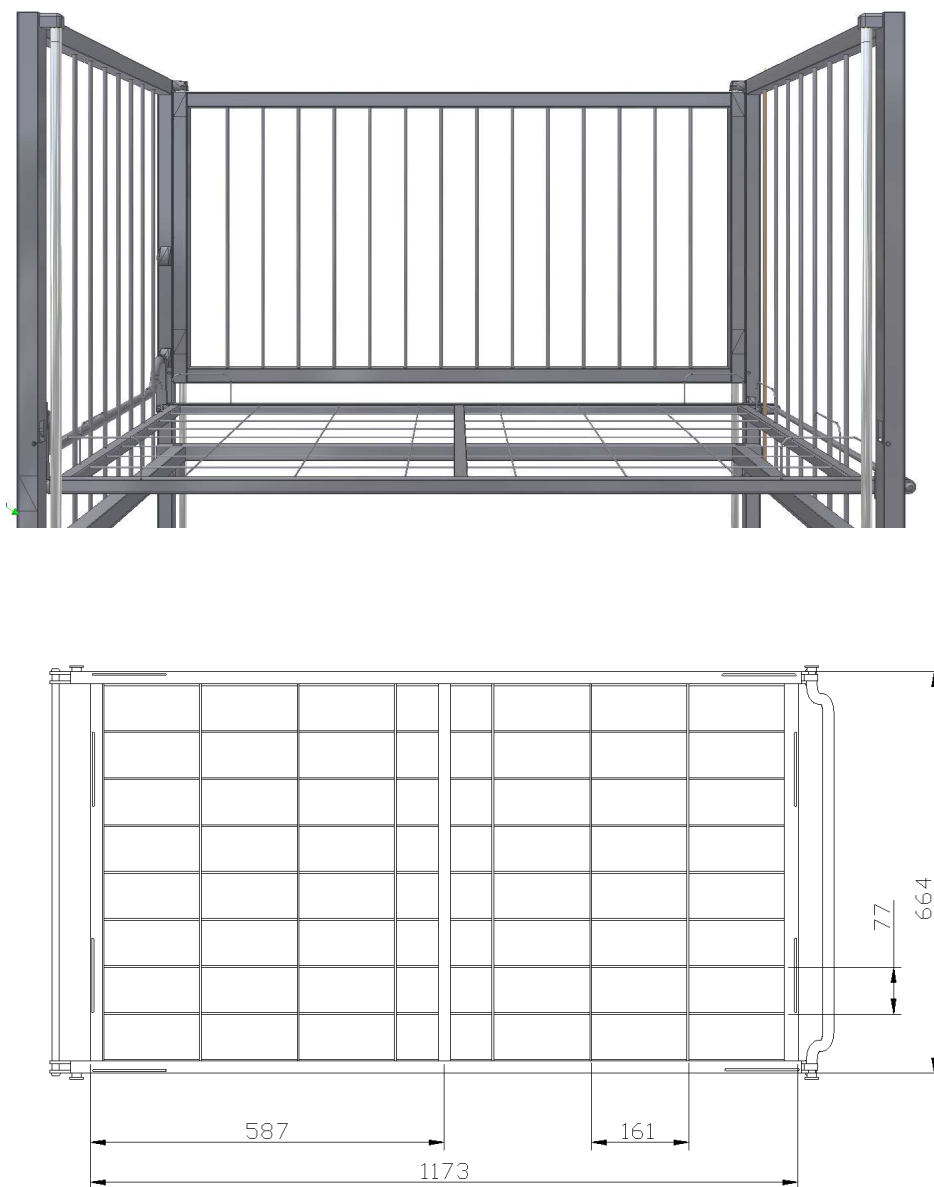


obr. 4.8 –Dorazy ovládací páky

Západka se nejvíce vysune jakmile se páka opře o čep pojezdového kolečka. Nejvíce se zatáhne při opření páky o koncovku vodící trubky boční zábrany.

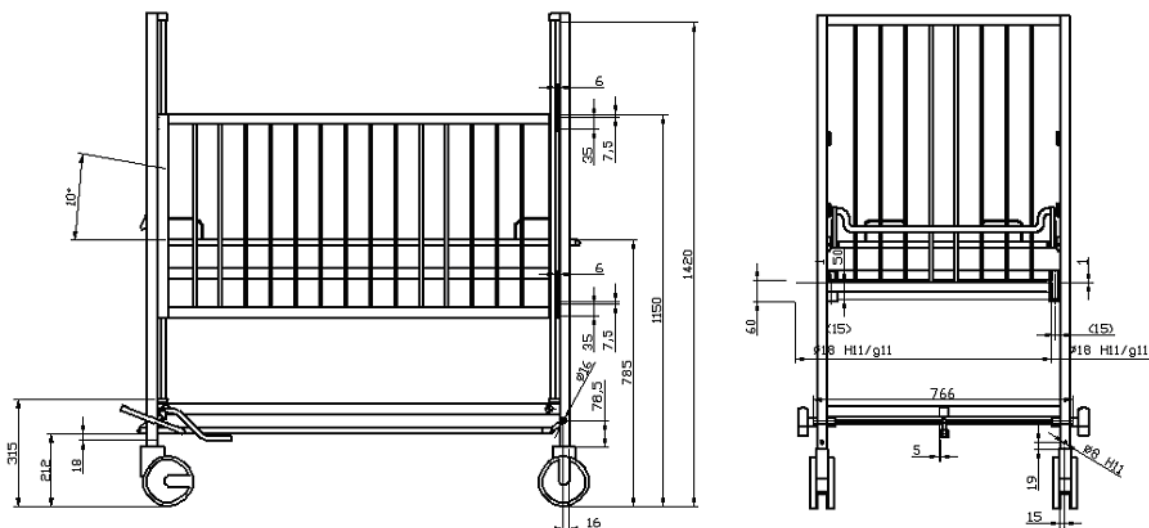
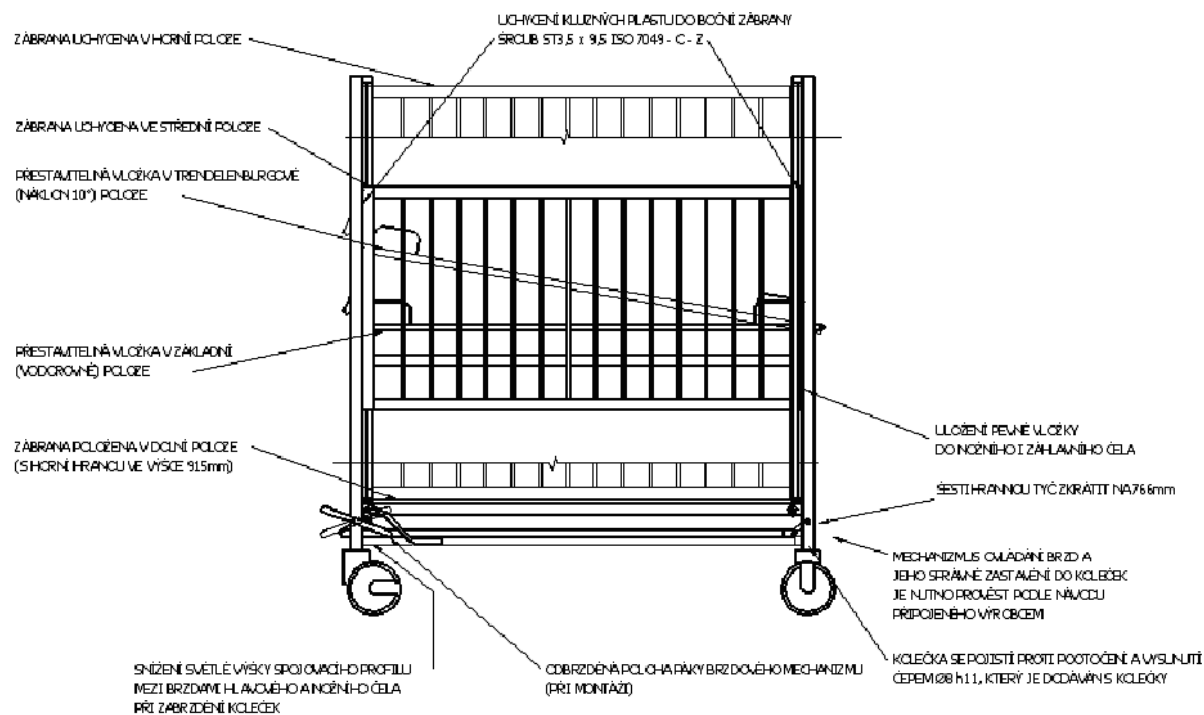
4.3 Návrh přestavitelné vložky-

Konstrukci volím svařovanou z tenkostěnných profilu a výplně z drátových roštů podle (obr.4.9). Požadovaný náklon získám převěšením přestavitelné vložky do výše umístěných háčků nožního čela.



obr. 4.9 –Přestavitelná vložka

4.4 Výsledný návrh lůžka-

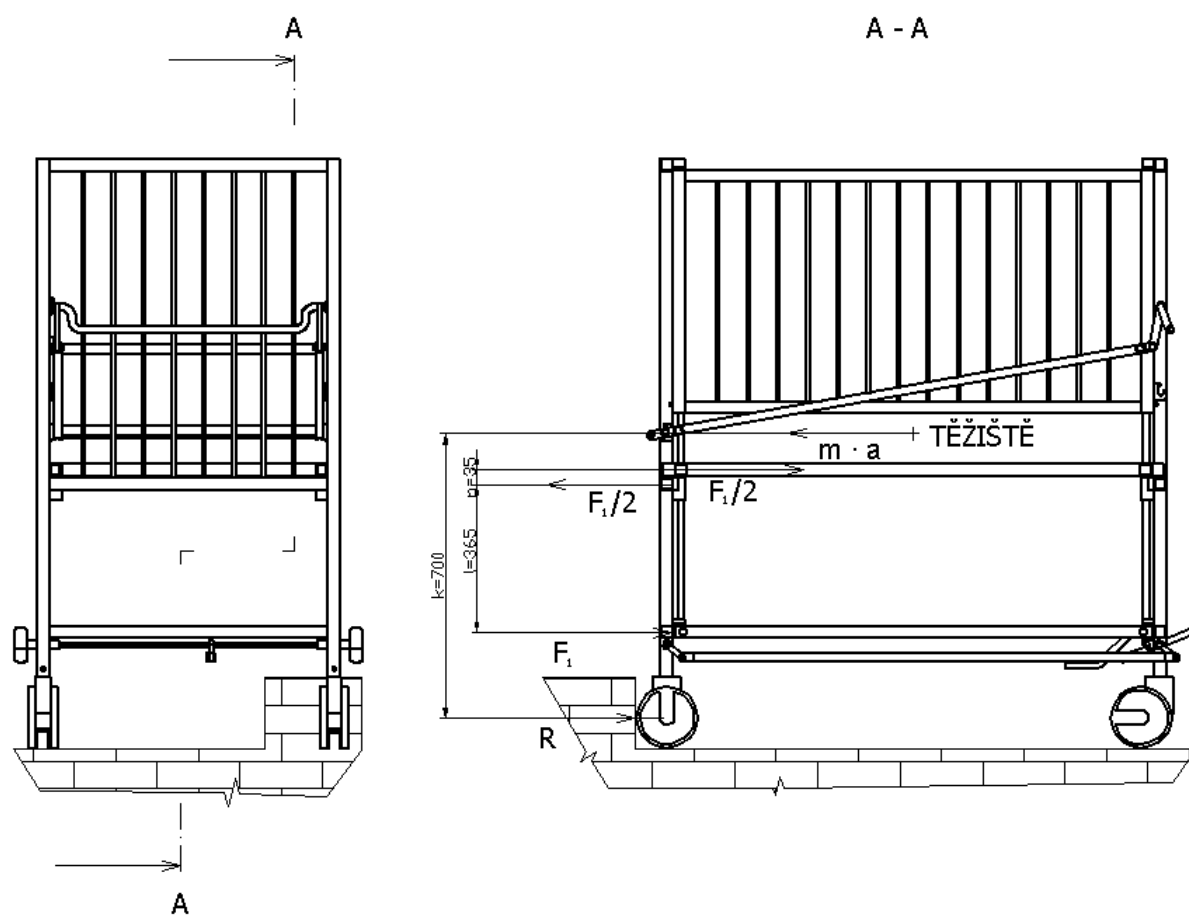


obr. 4.10 – Návrh lůžka

4.5 Pevnostní výpočty a kontroly:

- Rám lůžka-

Následující výpočty slouží pouze jako pomocné pro odhad dimenzování hlavních nosných spojů prototypu, který bude podroben zátěžovým zkouškám. Podle výsledků těchto zkoušek se provedou potřebné úpravy a stanoví se podmínky bezpečné použitelnosti lůžka.



obr. 4.11 – Odhad rozložení sil v konstrukci lůžka při nárazu
kolečka na pevnou překážku

$m = 100\text{kg}$... hmotnost lůžka s pacientem

$v = 1\text{ms}^{-1}$ dovolená rychlost lůžka při nárazu

$\Delta h = 0,05\text{m}$ odhad posunutí těžiště při nárazu

k, l, n ramena zatěžujících momentů (*obr. 4.10*)

R, F_1 síly zatěžujících momentů (*obr. 4.10*)

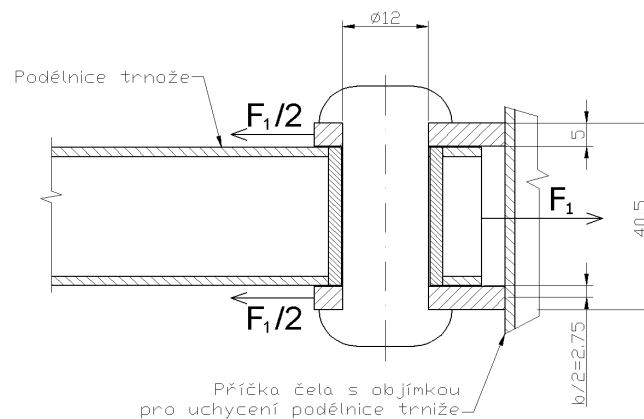
$$R = m \cdot a = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot \Delta h} = \frac{100 \cdot 1}{2 \cdot 0,05} = 1000\text{N} \quad (4.1)$$

$$M_{o1} = R \cdot k = 1000 \cdot 0,7 = 700\text{Nm} \quad (4.2)$$

$$M_{o1} = F_1 \cdot l \Rightarrow F_1 = \frac{M_1}{l} = \frac{700}{0,365} = 1917,8\text{N} \quad (4.3)$$

$$M_{o2} = \frac{F_1}{2} \cdot n = \frac{1917,8}{2} \cdot 0,365 = 350\text{Nm} \quad (4.4)$$

Kontrola čepu mezi čelem lůžka a podélnou příčkou (trnož):



obr. 4.12 – Namáhání čepu mezi čelem lůžka a podélnou příčkou

$F_1 = 1917,8 \text{ mm} \dots \dots \text{zatěžující síla}$

$b = 2 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{délka stykové plochy čepu a jedné objímky vidlice}$

$R_e = 210 \text{ MPa} \dots \dots \dots \text{dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 373 (str.52, [2])}$

$k_s = 4,1 \dots \dots \dots \text{bezpečnostní součinitel}$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{\frac{F_1}{2} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{b}{2} \right)}{\frac{\pi}{32} \cdot d_\epsilon^3} = \frac{16 \cdot F_1 \cdot b}{\pi \cdot d_\epsilon^3} \leq \sigma_{Do} = \frac{R_e}{k_s} \quad (4.5)$$

$$d_\epsilon \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F_1 \cdot b \cdot k_s}{\pi \cdot R_e}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1917,8 \cdot 4 \cdot 4,1}{\pi \cdot 210}} = 9,1 \text{ mm} \quad (4.6)$$

Volím čep průměru 12 mm. Nyní musím zkontrolovat měrný tlak ve vidlici p_v , v tomto případě bude větší než v táhle (obr. 4.12).

$b = 5 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{hloubka díry táhla}$

$p_D = 80 \text{ MPa} \dots \dots \dots \text{dovolené tlakové napětí pro materiál 11 373 (str.88, [1])}$

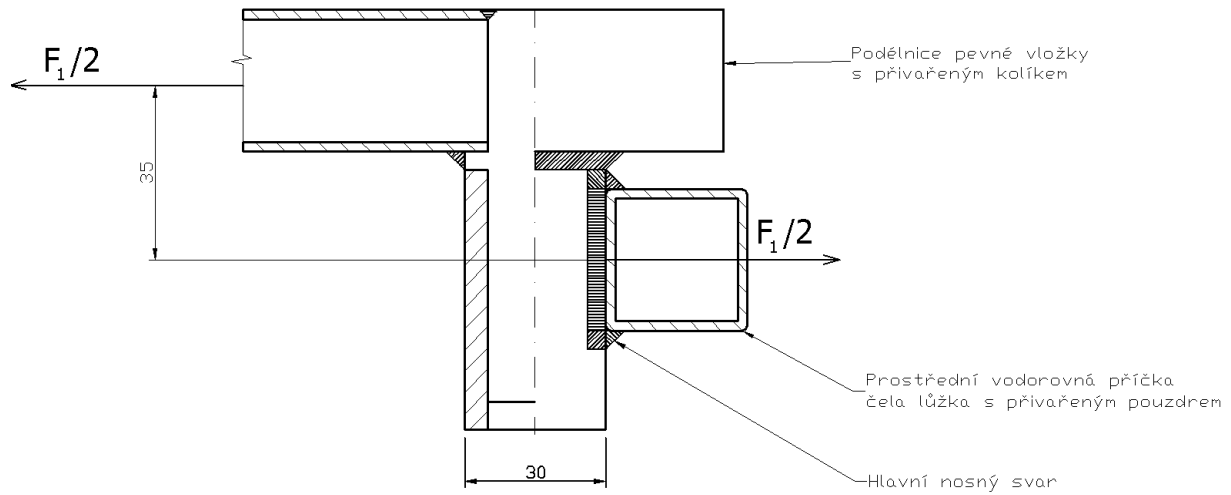
$p_v \leq p_D \dots \text{podmínka měrného tlaku}$

$$p_v = \frac{F_1}{2 \cdot t \cdot d_\epsilon} = \frac{1917,8}{2 \cdot 5 \cdot 16} = 12 \text{ MPa} \leq p_D = 80 \text{ MPa} \quad (4.7)$$

Navržený čep vyhověl i v podmínce měrného tlaku.

Kontrola svaru čela a pouzdra pevné vložky:

Způsob zatížení tohoto hlavního nosného svaru jsem odvodil v (obr. 4.13).



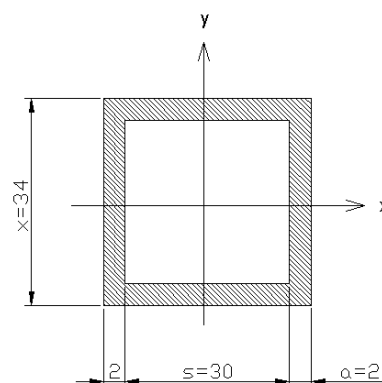
obr. 4.13 –Schéma svarového spoje se zavedenými silami
pro výpočet pevnostní kontroly

x, s, \dots rozměry sklopeného nosného průřezu (obr. 4.14)

l rameno momentu působícího na kontrolovaný svar

a, z nosný a kontrolní rozměr tloušťky svaru

$R_e = 210 \text{ MPa}$ dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 373



obr. 4.14 –Sklopený nosný průřez předběžně navrženého svaru

$$\sigma_t = \frac{\frac{F_1}{2}}{x^2 - s^2} = \frac{F_1}{2 \cdot (x^2 - s^2)} = \frac{1917,8}{2 \cdot (34^2 - 30^2)} = 3,7 MPa \quad (4.8)$$

$$J_x = \frac{1}{12} \cdot (x^4 - s^4) = \frac{1}{12} \cdot (34^4 - 30^4) = 43861,3 mm^4 \quad (4.9)$$

$$\sigma_o = \frac{\frac{F_1}{2} \cdot l}{\frac{J_x}{\frac{x}{2}}} = \frac{F_1 \cdot l \cdot x}{4 \cdot J_x} = \frac{1917,8 \cdot 35 \cdot 34}{4 \cdot 43861,3} = 13 MPa \quad (4.10)$$

$$z = \sqrt{2} \cdot a = \sqrt{2} \cdot 4 = 5,7 mm \quad (4.11)$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z = 1,3 - 0,03 \cdot 5,7 = 1,13 \quad (4.12)$$

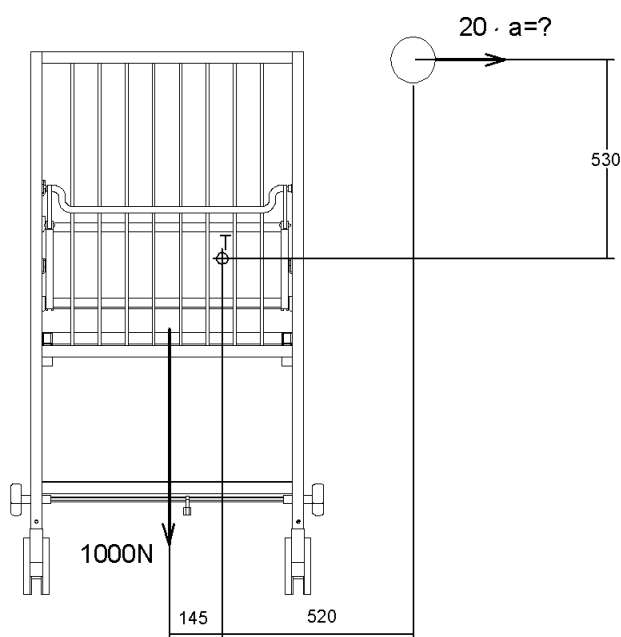
$$\sigma_{RED} = \sigma_t + \sigma_o = 1,8 + 6,3 = 16,7 MPa \quad (4.13)$$

$$\sigma_{RED} \leq \sigma_{Dt} = \beta \cdot \frac{Re}{k_s} \dots \text{podmínka maximálního dovoleného napětí}$$

$$k_s = \beta \cdot \frac{Re}{\sigma_{RED}} = 1,13 \cdot \frac{210}{16,7} = 14,2 \quad (4.14)$$

Výsledná bezpečnost je vzhledem k podmínkám optimální.

Vznikl námět na kontrolu stability v situaci znázorněné na (obr. 4.15). Zde je nutno ověřit zda dítě zavěšené na boční zábraně zvenčí na sebe dokáže převržit lůžko, což by pro něj mohlo mít až smrtelné následky.



obr. 4.15 –Schéma pro výpočet zrychlení a potřebného k převržení lůžka

celková tíha= 1000N

hmotnost dítěte= 20kg

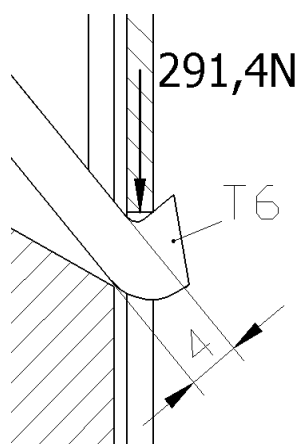
$$1000 \cdot 145 \geq 20 \cdot a \cdot 530 \Rightarrow a \leq 13,6 \text{ms}^{-2} \quad (4.15)$$

Pro jakékoliv dítě je nereálné, aby na lůžko působilo vlastním zatížením se zrychlením větším než $13,6 \text{ms}^{-1}$, po dostatečně dlouhou dobu pro převržení celého lůžka.

- Mechanismus zábrany-

Kontrola západky mechanismu na stříh:

Předpokládám zatížení od hmotnosti samotné zábrany (tyče a profily 9,108 kg + 0,5 kg svary +0,5 kg povrchová úprava = 10,108 kg) a přídatné zatížení, ke které může způsobit dítě o hmotnosti 20 kg.



obr. 4.16 – Namáhání západky mechanismu na stříh

$m = 30,1 \text{ kg}$zatěžující síla

$h = 4 \text{ mm}$výpočtová hloubka

$b = 6 \text{ mm}$výpočtová šířka

$\tau_{Ds} = 50 \text{ MPa}$ dovolené napětí ve stříhu pro ocel 11 373 (str.88, [1])

$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$...gravitační zrychlení

$$m_c = m_z + m_p = 10,108 + 20 = 30,1 \text{ kg} \quad (4.16)$$

$$F = m_c \cdot g = 30,1 \cdot 9,81 = 295,3 \text{ N} \quad (4.17)$$

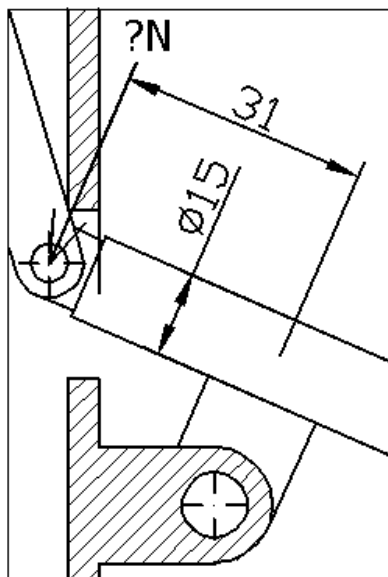
$$\tau_s = \frac{F}{b \cdot h} = \frac{295,3}{6 \cdot 4} = 12,3 \text{ MPa} \quad (4.18)$$

$$k_s = \frac{\tau_{Ds}}{\tau_s} = \frac{50}{12,3} = 4,1 \dots \text{výsledná bezpečnost pojištění zábrany je optimální} \quad (4.19)$$

Kontrola čepu spojky zádržného mechanismu:

Zvolil jsem si průměr tyče ovládací páky a odměřil délku ramene ohybu (*obr. 4.17*).

Z maximálního dovoleného ohybového napětí a zmíněných parametrů vypočítám maximální zatěžující sílu působící v čepu spojky, tj. síla při mezi kluzu ohýbané ovládací páky.



obr. 4.17 – Namáhání čepu spojky, výpočet zatěžující síly

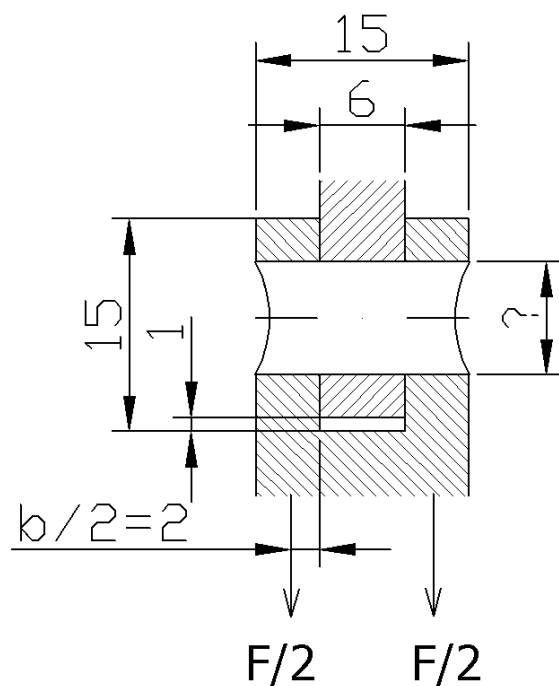
$d_p = 15 \text{ mm} \dots \dots \dots$ průměr ovládací páky

$l_p = 31 \text{ mm} \dots \dots \dots$ rameno ohybu

$\sigma_{Do} = 80 \text{ MPa} \dots \dots$ dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 373

$$\sigma_{Do} = \frac{32 \cdot F_o \cdot l_p}{\pi \cdot d_p^3} \Rightarrow F_o = \frac{\sigma_{Do} \cdot \pi \cdot d_p^3}{32 \cdot l_p} = \frac{80 \cdot \pi \cdot 15^3}{32 \cdot 31} = 855,1N \quad (4.20)$$

Nyní mohu provést výpočet potřebného průměru čepu d_c



obr. 4.18 – Namáhání čepu spojky, výpočet průměru čepu

$F_o = 855,1N$ zatěžující síla

$b = 2mm$ délka stykové plochy čepu a jedné objímky vidlice

$Re = 210MPa$ dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 373

$k_s = 4,1$ bezpečnostní součinitel

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{\frac{F_o}{2} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{b}{2} \right)}{\frac{\pi}{32} \cdot d_c^3} = \frac{16 \cdot F_o \cdot b}{\pi \cdot d_c^3} \leq \sigma_{Do} = \frac{Re}{k_s} \quad (4.21)$$

$$d_{\epsilon} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F_o \cdot b \cdot k_s}{\pi \cdot \text{Re}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 855,1 \cdot 4 \cdot 4,1}{\pi \cdot 210}} = 7,0 \text{ mm} \quad (4.22)$$

Volím čep průměru 8 mm. Nyní musím zkontrolovat měrný tlak v táhle p_t , v tomto případě bude větší než ve vidlici (*obr. 4.18*).

$t = 6 \text{ mm}$ hloubka díry táhla

$p_D = 80 \text{ MPa}$ dovolené tlakové napětí pro materiál 11 373

$p_t \leq p_D$... podmínka měrného tlaku

$$p_t = \frac{F_o}{t \cdot d_{\epsilon}} = \frac{855,1}{6 \cdot 8} = 17,8 \text{ MPa} \leq p_D = 80 \text{ MPa} \quad (4.23)$$

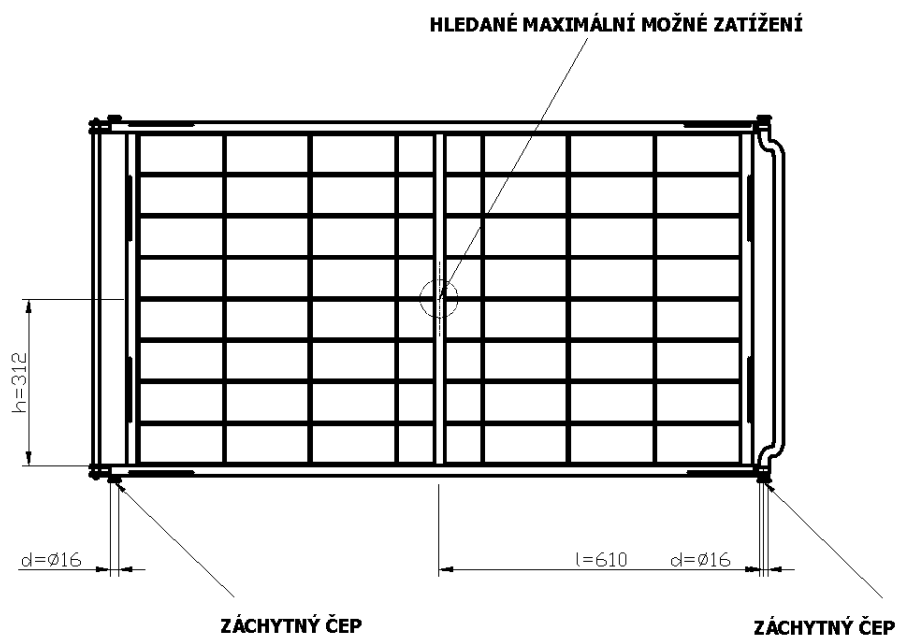
Navržený čep vyhověl podmínce měrného tlaku.

- Přestavitelná vložka-

Předběžně volím tenkostěnný ocelový profil čtvercového průřezu

TR 4HR 20x2 – ČSN 42 6935.1 – 11 373.

Výpočet nejvyšší hmotnosti jakou lze zatížit přestavitelnou vložku:



obr. 4.19 – Namáhání přestavitelné vložky

$\sigma_{Do} = 80MPa$ dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 373

B, H..... vnější rozměry zvoleného profilu 4HR tyče

b, h,.....vnitřní rozměry zvoleného profilu 4HR tyče

lrameno zatěžujícího ohybového momentu

$$W_o = \frac{BH^3 - bh^3}{6 \cdot H} = \frac{20^4 - 16^4}{6 \cdot 20} = 787,2mm^3 \quad (4.26)$$

$$\sigma_o = \frac{F \cdot l}{4 \cdot W_o} \Rightarrow F = \frac{4 \cdot \sigma_o \cdot W_o}{l} = \frac{4 \cdot 80 \cdot 1813,5}{787,2} = 737,2N \quad (4.27)$$

$$m = \frac{F}{g} = \frac{737,2}{9,81} = 75kg \quad (4.28)$$

Při stabilní poloze lůžka lze zatížit přestavitelnou vložku 75kg. Při jízdě s plně vybaveným lůžkem lze zatížit ložnou plochu jedním dítětem do 4 let nebo nákladem o hmotností 20kg.

5. Závěr

V úvodu práce jsem provedl přehled stávajícího stavu trhu dětských nemocničních lůžek a platných norem.

Na základě zjištěných informací jsem provedl návrh lůžka a jeho podrobné řešení. Toto lůžko je opatřeno mnou navrženým originálním systémem odjišťování a polohování boční zábrany ve třech polohách. Lůžko je doplněno systémem brzd brzdících současně všechna čtyři kola. Rovněž systém upevnění trnože v dolní části lůžka je originální.

Provedl jsem pevnostní kontrolu spojů rámu. Vycházel jsem z maximální možné hmotnosti pacienta a u pevnostní kontroly jsem uvažoval s možností nárazu kolečky o práh. Dále jsem kontroloval možnost překlopení lůžka dětským pacientem. U zádržného mechanismu zábrany jsem kontroloval západku a čep přenášející nejvyšší zatížení. Nakonec jsem určil nejvyšší hmotnost, kterou lze zatížit přestavitelnou vložku lůžka při zabrzděných pojezdových kolečkách.

Seznam použitých pramenů

- [1] Kaláb K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. Ostrava, skripta VŠB – TU Ostrava, 2008, dotisk 1. vydání
- [2] Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P.: *Strojnické tabulky. Upravené a doplněné vydání*. Scientia, Praha, 1999.
- [3] ČSN 84 6105 Kovové lůžko pro novorozence
- [4] ČSN 84 6110 Kovové lůžko pro děti od 2 měsíců do 2 let
- [5] www.kredos.cz (Kovové lůžko pro novorozence + tabulka rozměrů)
(Kovové lůžko pro děti od 2 měsíců do 2 let + tabulka rozměrů)
(Kovové lůžko pro děti do 10 let)
- [6] www.linnet.cz (Kojenecké lůžko pro dětské kliniky a nemocnice + tabulka rozměrů)
(Dětské lůžko pro standardní dětská oddělení nemocnic + tabulka rozměrů)
(Nemocniční matrace)
- [7] www.tente.cz (Pojezdová kolečka)
- [8] www.moss.cz (Spojovací materiál)

Přílohy

- 1 181-2001 Sb_ - Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky (elektronicky na přiloženém CD)
- 2 Výkres sestavy, navrženého dětského nemocničního lůžka
- 3 Výkres výrobní, navrženého háčku pro uchycení přestavitelné vložky
- 4 Výkres výrobní, zarážky zádržného mechanismu zábrany